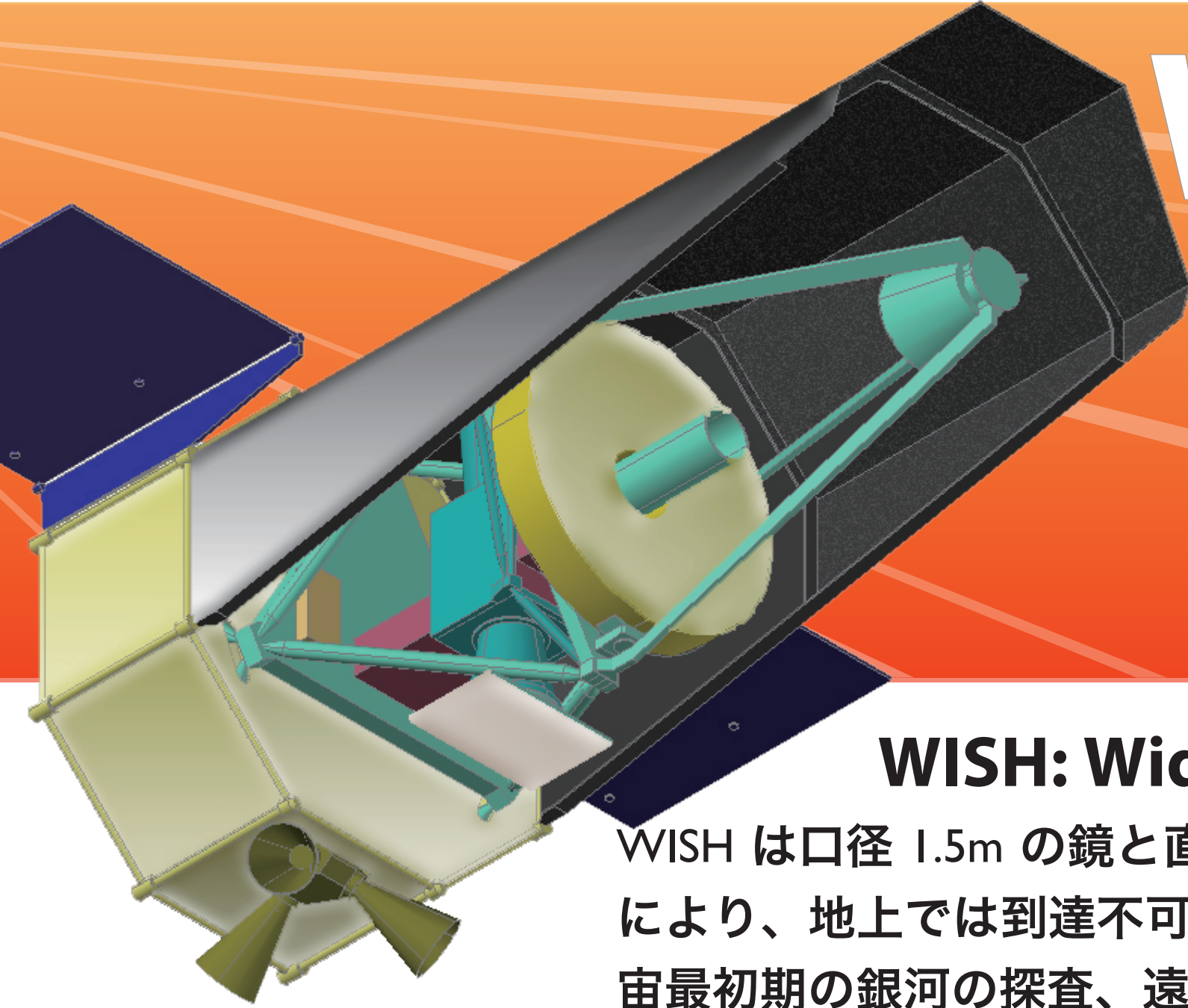




WISH 超広視野初期宇宙探査衛星計画の進捗

WISH ワーキンググループ

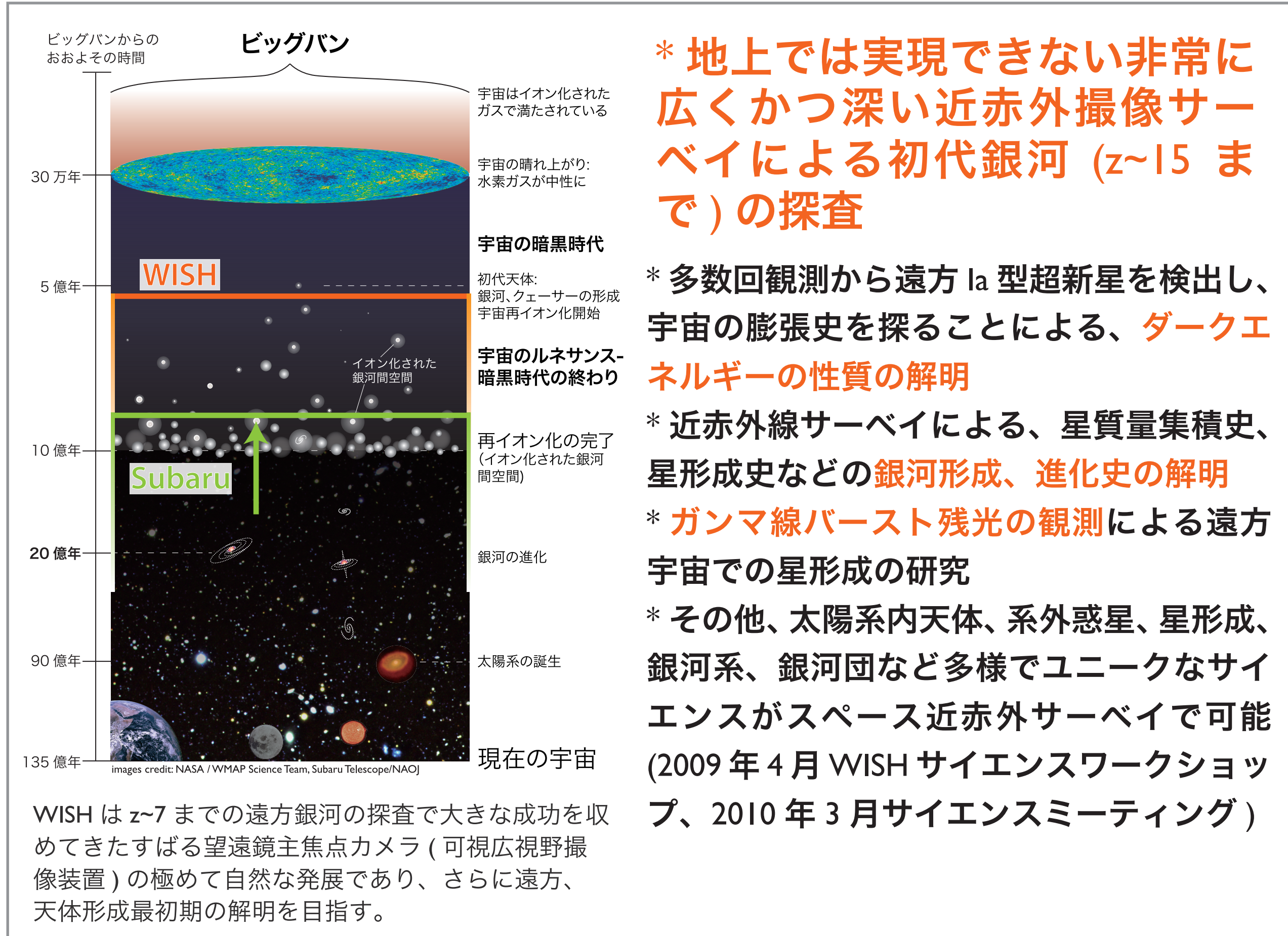
山田 亨¹, 岩田 生², 諸隈 智貴³, 矢部 清人⁴, 常田 佐久², 東谷 千比呂³, 大藪 進喜⁵, 和田 武彦⁶, 松原 英雄⁶, 杉田 寛之⁶, 岡本 篤⁶, 佐藤 洋一⁶, 太田 耕司⁴, 河合 誠之⁷, 児玉 忠恭², 小林 正和², 馬渡 健¹, 池田 優二⁸, 岩村 哲⁹ ほか

¹: 東北大学 ²: 国立天文台 ³: 東京大学 ⁴: 京都大学 ⁵: 名古屋大学 ⁶: JAXA ⁷: 東京工業大学 ⁸: フォトコーディング ⁹: MRJ

WISH: Wide-field Imaging Surveyor for High-redshift

WISH は口径 1.5m の鏡と直径約 30 分角の視野をもつ近赤外線 (1-5 μ m) カメラを搭載した衛星により、地上では到達不可能な深さでの広い天域の探査を行う計画です。赤方偏移 7-15 の宇宙初期の銀河の探査、遠方宇宙の Ia 型超新星検出による宇宙膨張史 = ダークエネルギーの性質の解明をはじめとするユニークなサイエンスの実現を目指します。2008 年 9 月に WG が設立され、活発な検討・開発を進めてきました。本ポスターではこれまでの進捗を報告します。

科学目標



*** 地上では実現できない非常に
広くかつ深い近赤外撮像サー
ベイによる初代銀河 (z~15 ま
で) の探査**

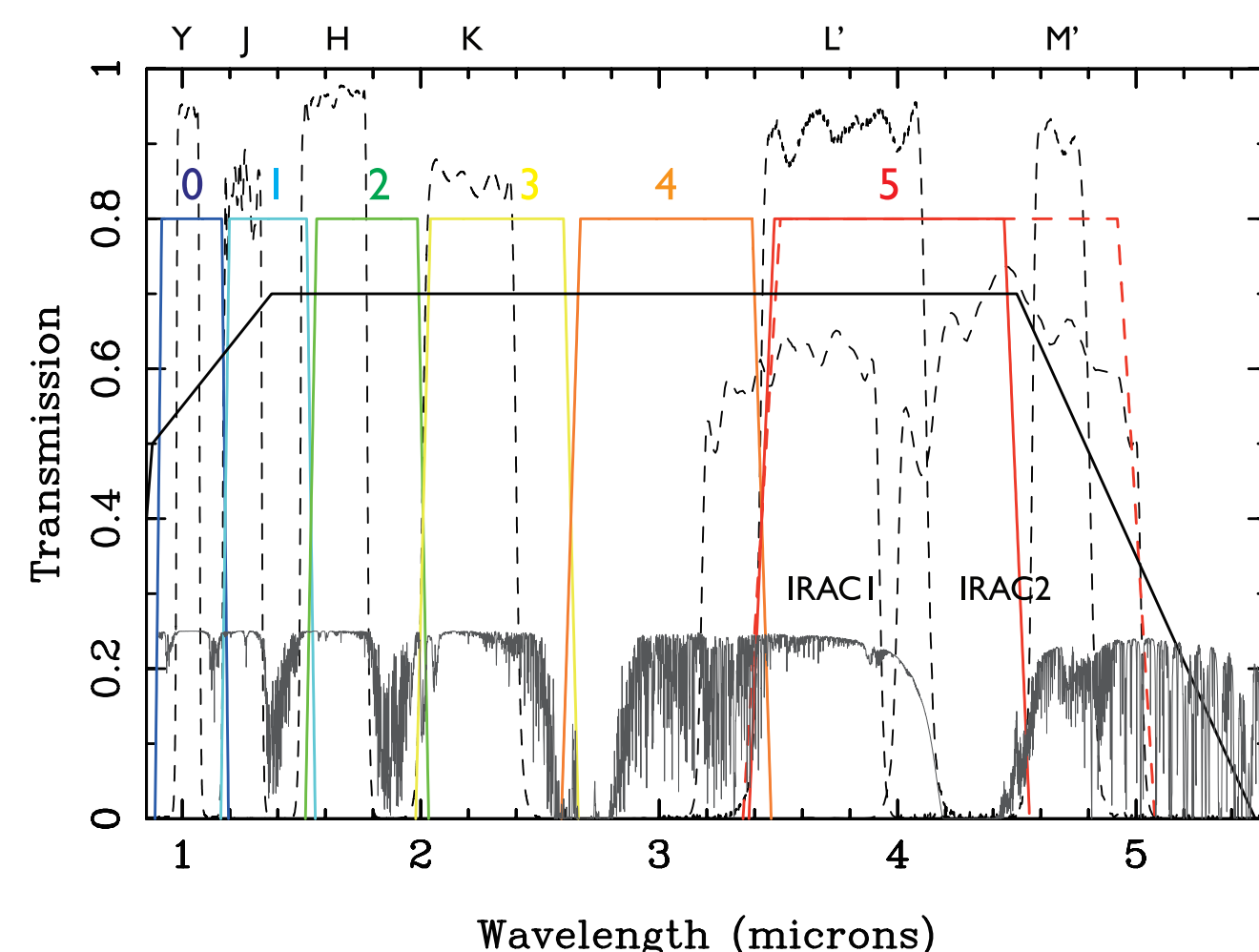
*** 多数回観測から遠方 Ia 型超新星を検出し、
宇宙の膨張史を探ることによる、**ダークエ
ネルギーの性質の解明****

*** 近赤外線サーベイによる、星質量集積史、
星形成史などの**銀河形成、進化史の解明****

*** **ガンマ線バースト**残光の観測による遠方
宇宙での**星形成の研究****

*** その他、太陽系内天体、系外惑星、星形成、
銀河系、銀河団など多様でユニークなサイ
エンスがスペース近赤外サーベイで可能
(2009 年 4 月 WISH サイエンスワークショッ
プ、2010 年 3 月サイエンスミーティング)**

フィルタ仕様



科学目標の効率的達成と感度の検討から、6 枚のフィルタによるブロードバンドフィルタセットを基本案として設定した。地球大気による吸収がないため、0.9 μ m から 5 μ m 程度までを隙間なくカバーできる。その他、非常に遠方の星形成銀河の探査などのための狭帯域フィルタを搭載する。

サーベイ計画

	# of Filters	Limiting Mag.	Area	Days*
Ultra Deep Survey	5	28 AB	100 deg ²	1,500
Ultra Wide Survey	3-4	25 AB	1,000 deg ²	50-70
Extreme Survey	3	29.5-30 AB	~1 deg ²	~100

* サーベイに要する日数には 50% のオーバーヘッドを含む

主体となる Ultra Deep Survey に加え、遠方クエーサーの探査などを行う Ultra Wide Survey、Visibility の高い天域で最も深い Extreme Survey を展開する。これらのほか、Narrow-band Filter を用いたサーベイなどを組み込むことを検討する。サーベイ中に WISH が指向できる方向にガンマ線バーストが発生した場合はフォローアップを実施する。

他の大型計画との関係・シナジー

SPICA: コア波長域 (WISH:<5 μ m, SPICA:>5 μ m) が分かれており相補的、サイエンスターゲットが異なる。冷却宇宙望遠鏡という点で共通化しうる開発要素が多い。

TMT: 高感度の分光観測が可能だが、サーベイに向かない。WISH は TMT に超遠方銀河の分光サンプルを提供する最高のサーベイ装置。**極めて高い親和性。**

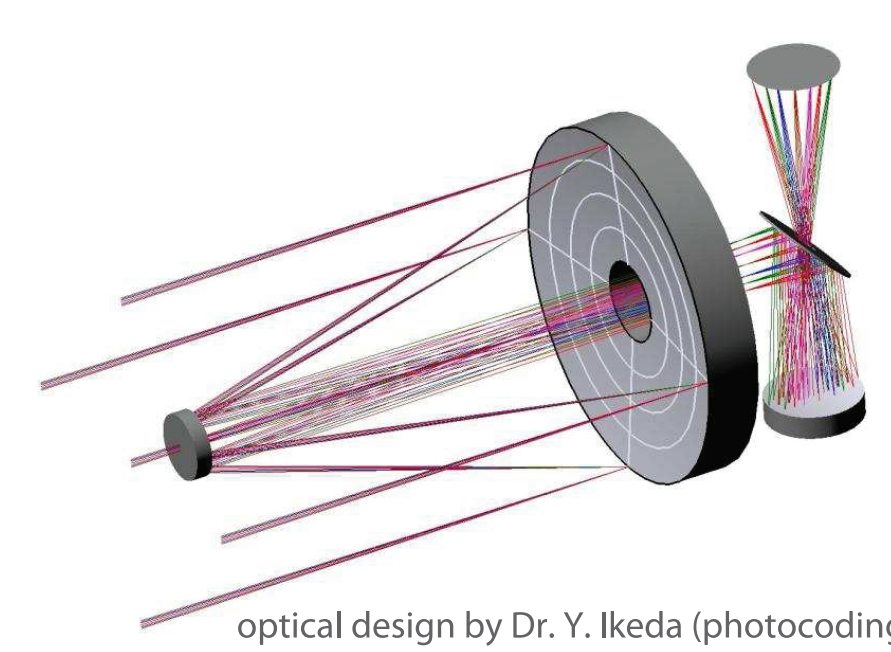
JWST: 高感度の赤外線観測が可能だが、サーベイに向かない。JWST の比較的狭い天域でのサーベイで検出される遠方銀河は非常に暗く、TMT でも分光が困難。

広視野カメラ

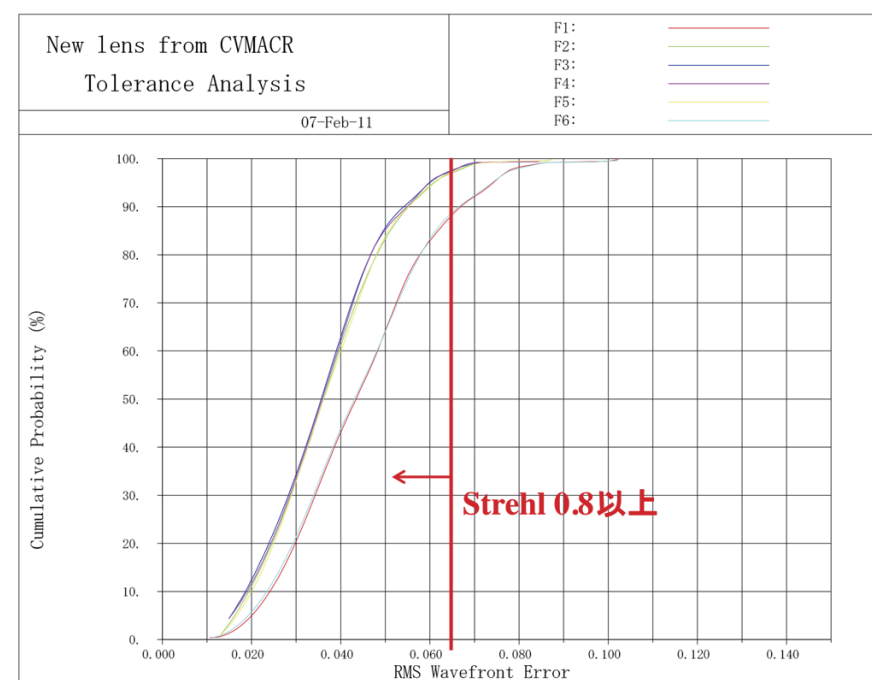
3 枚鏡 + 平面鏡によるドーナツ型の視野をもつ光学系を予定しており、角視野 1 度の全面にわたりストレール比 >0.8 を達成している。検出器は H2RG 32 個を搭載し、フィルタ交換機構によって多色撮像を実行する。

光学系

公差解析、PSF 評価

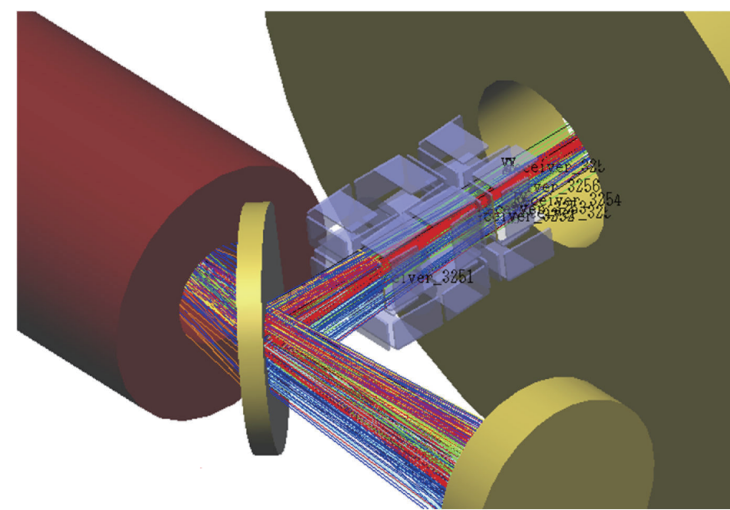


基準波長 2.2 μ m での公差解析を実施し、要求する像質を実現するにあたってポイントとなる光学エレメントの位置精度の洗い出しを行った。また、この公差解析結果に基づいて PSF を調査し、検出限界やガイド方法の検討に使用した。



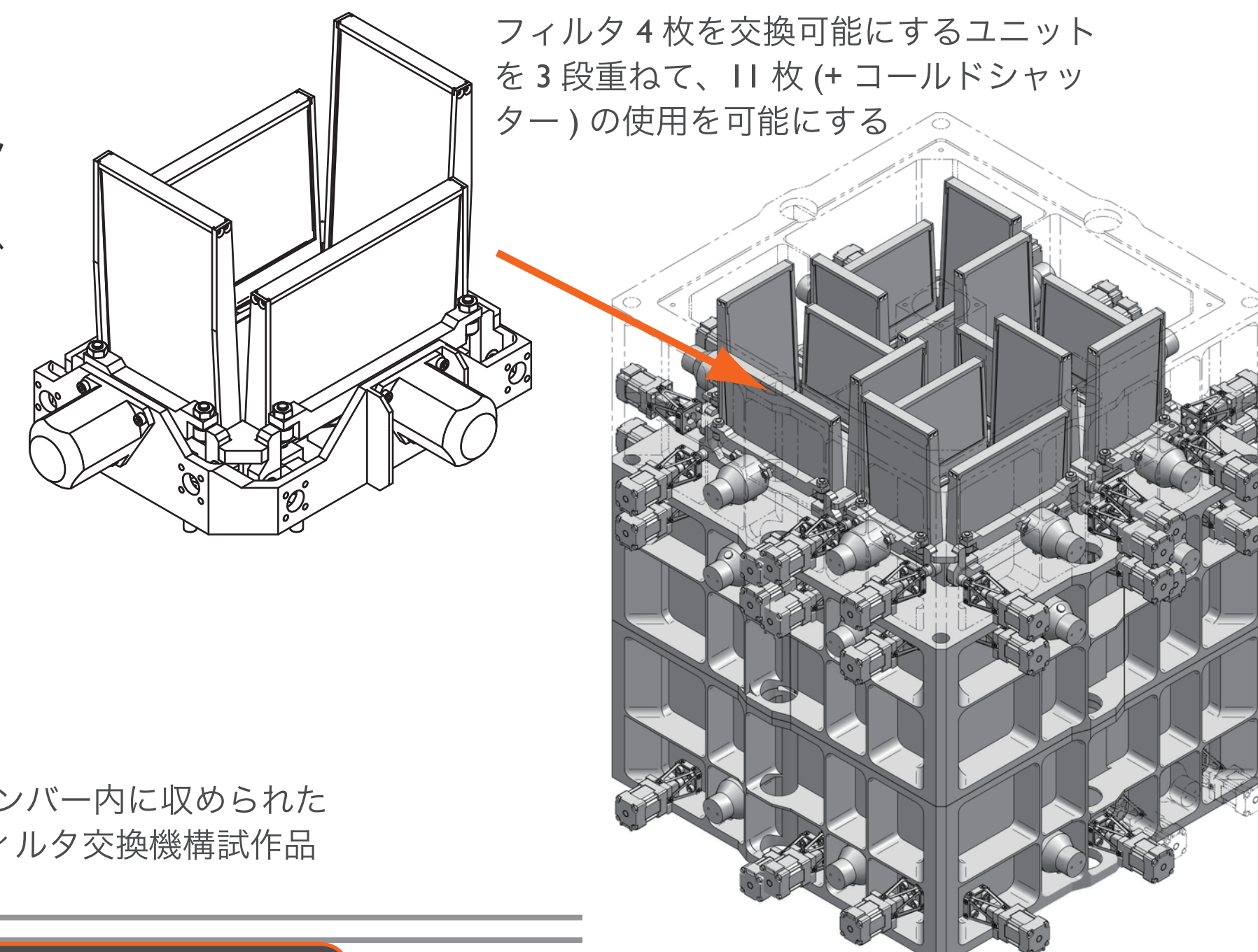
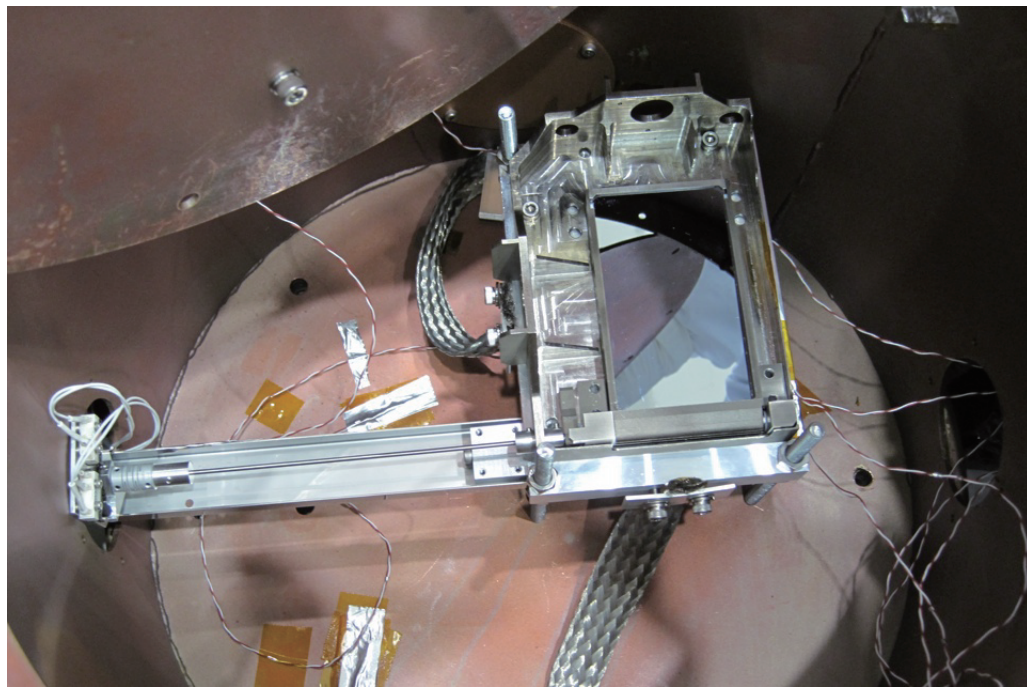
光路解析・バッフル検討

光路上にフィルタ交換機構等の複雑な構造物があるため、ゴースト解析、ケラレ解析を実施した。この結果に基づいて、主鏡、副鏡部などに施すバッフルについて簡易的な解析を実施している。



フィルタ交換機構

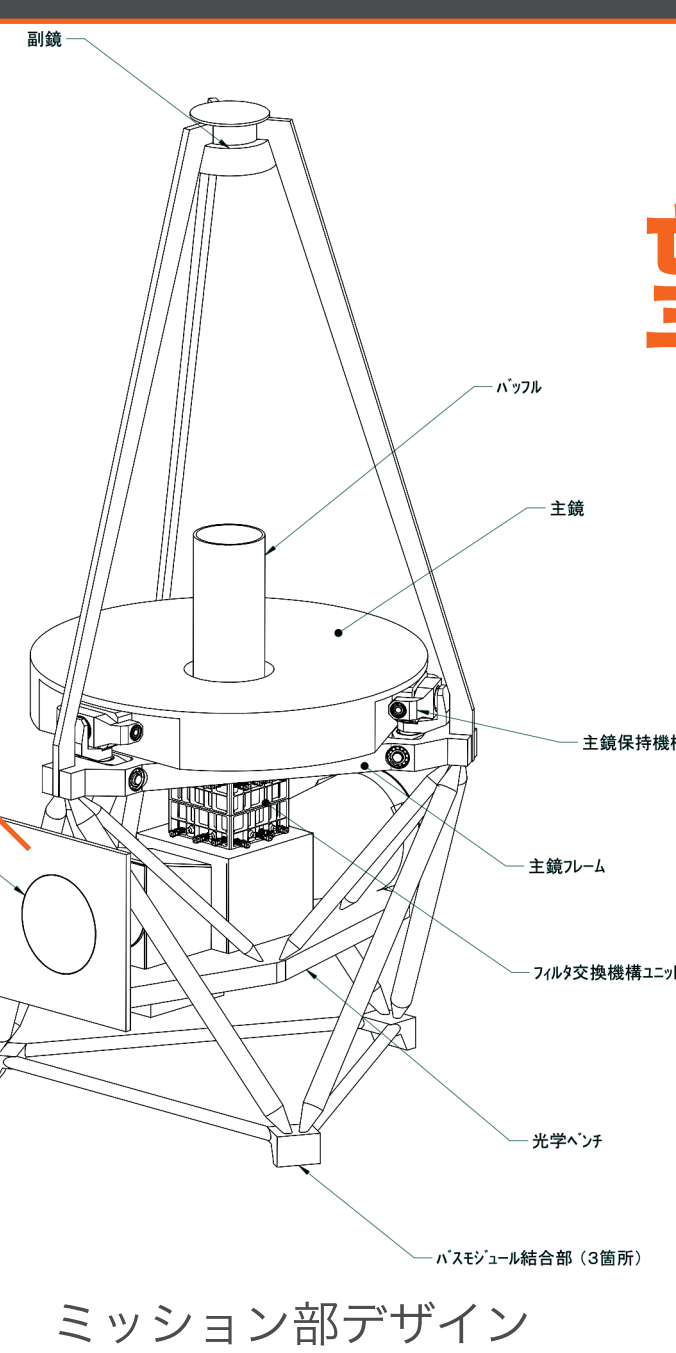
多波長撮像を実行するためのフィルタ交換機構を検討した。広い視野をカバーする信頼性の高い機構としてフリップ式フィルタ交換機構を設計し、試作品の振動試験、耐久試験を実施して、ミッションで予想される 10 万回の往復動作が低温下で可能であることを実証した。



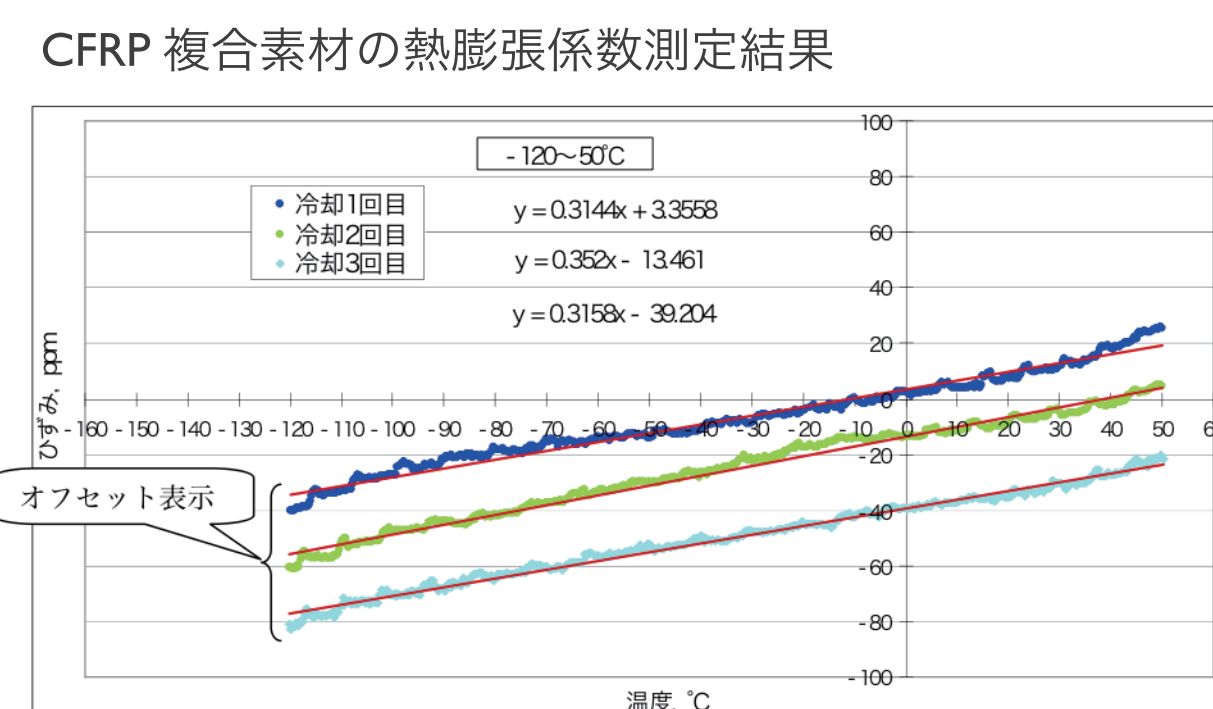
スリットレス分光の検討

サイエンスからの要求に基づき、スリットレス分光の実現可能性を調査した。その結果、SiO₂ グリズムによって、0.9-2.5 μ m で R~100 の分光が高い結像性能で実装できることが分かった。オプションとして検討に盛り込む考えである。

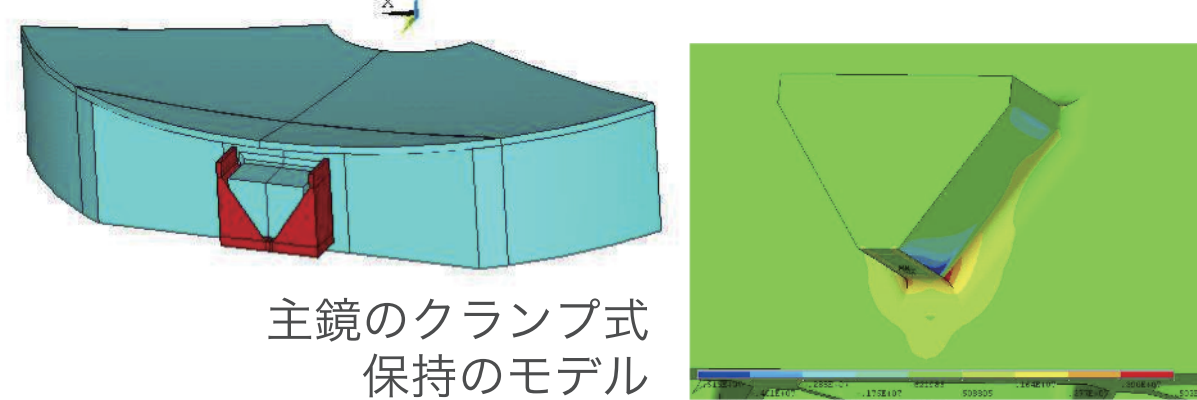
ミッション部



望遠鏡構造・主鏡保持



ゼロ膨張 CFRP は熱膨張係数の異なる素材を配向方向を調整しつつ積層して製作する。2010-2011 年には試作品の熱膨張係数、熱サイクルによる強度変化、吸湿変形などの調査を実施した。現在、低熱膨張ガラスや接合部に用いる金属とのマッチング試験などを実施中である。

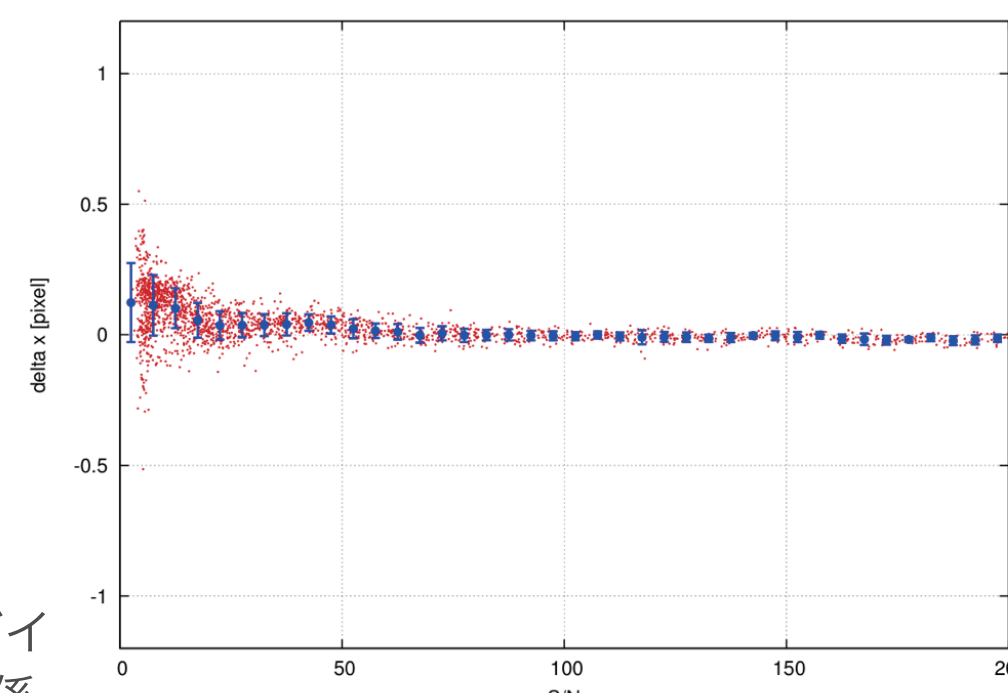


主鏡保持は、クランプによる機械的保持と接着剤を用いた保持の 2 種類を検討している。クランプ式の場合、現時点では 30MPa (マージン込み) の負荷がかかっているが、鏡の構造や保持方法の最適化により改善が可能とみており、さらなる検討を要する。今年度はガラス・CFRP・インバー・接着剤の低温物性の調査を進めており、その結果を基に保持方法の詳細検討に進む考えである。

ガイド系検討

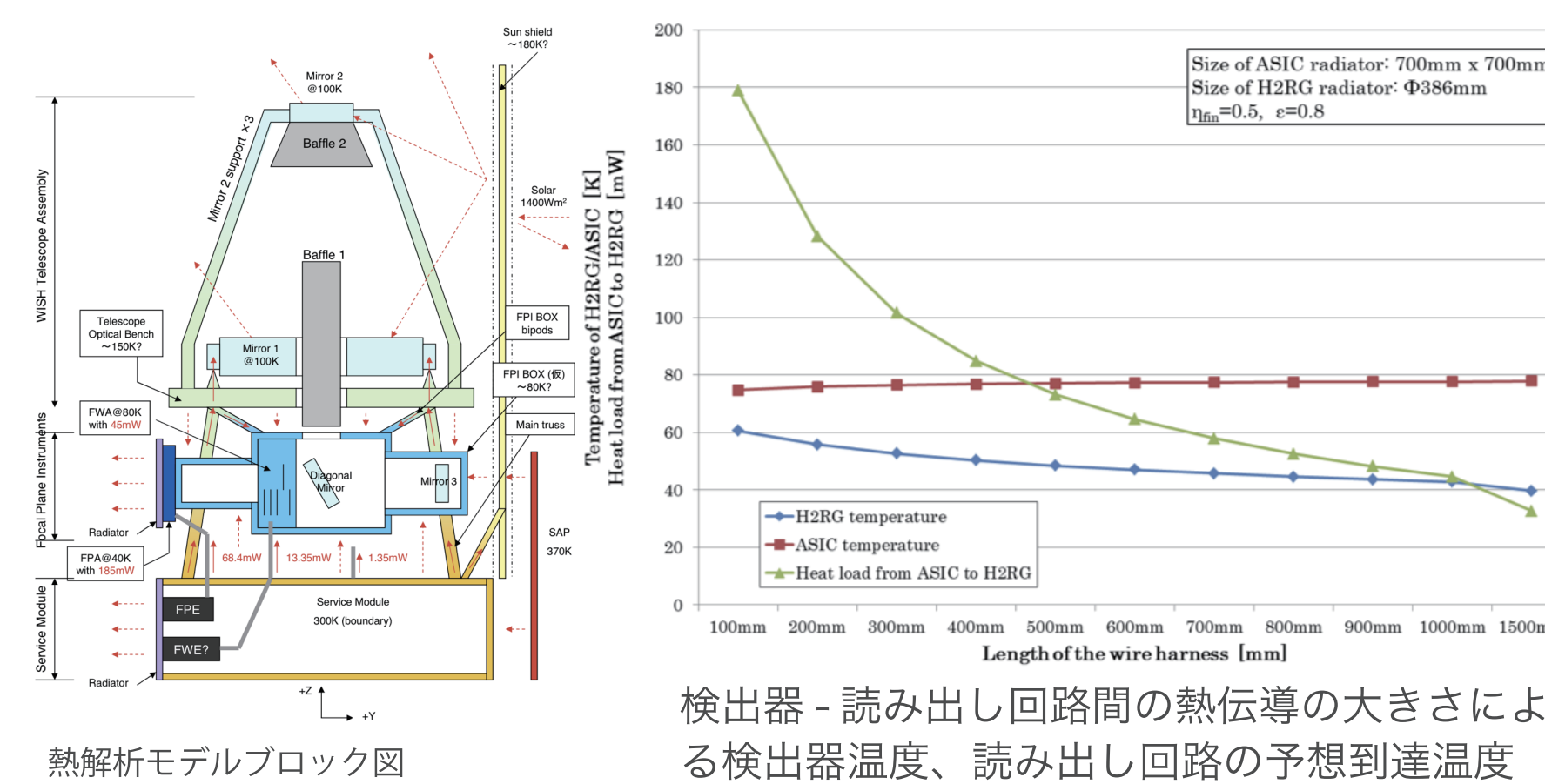
典型的に 300 秒程度の積分時間内において、望遠鏡の姿勢が十分に安定していることが必要であり、このためにガイド系の実装が必須である。独立したガイド用カメラの可能性を吟味したが、フィルタ交換機構との両立が容易でないことが分かった。一方、サイエンス検出器は非破壊での高速読み出しが可能であり、感度と重心検出誤差のシミュレーションの結果、WISH の視野内に十分な数存在する明るさの星を使って安定したガイドが可能と見込まれることが分かった。

→ シミュレーションで得た、ガイド星の S/N とガイドエラーの関係



熱解析

WISH ミッション部の温度要求は、望遠鏡構造 100K、フィルタおよび焦点面周辺部 80K、検出器 40K である。受動冷却でこの温度が達成できるかの検討を JAXA 研究開発本部熱グループと協力して進めている。2010 年度までのミッション部構造検討の進捗を受けた静的な熱解析のアップデートを行っている。この中で特に現在のコンフィグレーションで温度要求が厳しい検出器周辺について、ラジエータの面積拡大などの最適化を行った。現在システム熱解析を進めているところで、検討結果に基づき、サンシールド、ラジエータ、ミッション部コンポーネントの熱的結合の見直し等を進める考えである。



衛星システム検討

衛星システムの基礎的な検討として、システム要求を定義し、衛星構造、軌道、指向精度、通信、電力、打ち上げウィンド、衛星システム構成、運用モード、質量バジェット、サブシステム (電源、データ処理系、通信、姿勢制御、推進系、熱制御) の各項目の検討を行った。

データ量、通信検討

データ生成量は定常時 30 - 120GB/日 (50% 圧縮時)、データ通信量は 3 - 30 Mbps と見込まれる。ダウンリンクについては、X-band にて臼田 16Mbps 8 時間/日 + 海外局 8Mbps 16 時間/日に対応可能であるが、データ量が非常に大きいため、Ka バンドの国内地上局が新設されることが望ましい。

重量バジェット

ミッション部、バス部の各コンポーネントを積算したドライ重量は約 1.2t と見積もられた。これは H2A でタンDEM 打ち上げの条件を満たしている。

運用計画

定常的な多数回撮像のサーベイ観測モードに加え突発天体への指向を含めた運用計画を吟味し、マネーバ、電力などを検討して成立可能であることを確認した。一方、指向方向や衛星安定までの時間から科学観測への制約も明らかにしつつある。

電力バジェット

衛星全体の消費電力はマージンを含め約 1200W で、太陽に対する傾斜を考慮して十分な電力を供給するためには、太陽電池パネルの面積は 8.5m² が必要である。熱設計との整合性の検討を今後実施する必要がある。

スケジュール

2008 年 9 月の WG 設立以降、概念検討と重要なコンポーネントの開発・実験、サイエンスケースの検討を進めてきた。2012 年早期にミッション提案書の第 1 版を作成すべく作業を進めている。

<http://wishmission.org>

FYR 0 (2008) Project Launched
JAXA/ISAS Working Group

FYR 1-2 Conceptual Study / R&D
Mission Requirement / Definition Reviews
Mission Proposal

FYR 3 Phase A / Proto Models

FYR 4-5 Proto Models / Tests
Preliminary Design Review

FYR 6-7 Proto Models / Tests
Primary Mirror / Detectors Fabrication Start
Critical Design Review

FYR 8 Flight Model / Tests

FYR 9 Flight Model / Test
Launch (2017 or later)